Aus der chirurgischen Universitätsklinik zu Bonn
Direktor: Prof. Dr. Freiherr v. Redwitz.

Ueber Veränderungen im Musculus rectus abdominis nach Nervendurchschneidung.

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER RHEINISCHEN FRIEDRICH-WILHELMS-
UNIVERSITÄT ZU BONN.

Vorgelegt am 30. Januar 1929
von

Grete Kühn
aus Weidenau-Sieg

1929

Buchdruckerei M. Haupt, Weidenau-Sieg

Referent: Prof. Dr. Nussbaum.

Korreferent: Prof. Dr. Freiherr v. Redwitz.

Gedruckt mit Genehmigung
der medizinischen Fakultät der Universität
zu Bonn.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Seitdem Kocher und Lennander gegen Ende des vorigen Jahrhunderts darauf hinwiesen, dass bei Laparatomien die Durchschneidung der den Musculus rectus versorgenden motorischen Nerven eine Atrophie der zugehörigen Muskelabschnitte zur Folge haben müsse, und Assmy die Richtigkeit dieser Ansicht durch Versuche an Kaninchen experimentell bewies, ist in der Bauchchirurgie immer wieder auf die Gefahr der postoperativen Rectuslähmungen aufmerksam gemacht worden. Besonders in der Chirurgie der Gallenwege wurde diese Frage seitdem vielfach erwogen. Entweder suchte man die in das Schnittgebiet fallenden Nerven dadurch zu schonen, daß man sie freipräparierte und beiseitezog (Kocher), oder man ersann Schnitte, die dem Verlauf der Nerven parallel gingen. So regten Miculicz und Kausch 1900 an, die bisher geübten Sagittalschnitte, neben und im Rectus, durch Schrägschnitte, die dem Verlauf der Nerven entsprechen, zu ersetzen. Kausch, der auch später immer wieder energisch betonte, daß die Hauptforderung für einen „physiologischen" Bauchdeckenschnitt die Schonung der motorischen Nerven sei, gab einen Schrägschnitt an, der am Rippenbogen in der Mamillarlinie beginnt und in der Mittellinie drei Finger breit über dem Nabel endigt. Dieser Schnitt wird zwar von allen Autoren als der physiologisch richtigste bezeichnet; er hat sich jedoch seiner geringen Uebersichtlichkeit halber nicht eingebürgert. Sprengel verwarf ebenso wie Kausch den sehr häufig geübten Riedelschen Längsintrarektalschnitt im äußeren Drittel des Rectus sowie den Kehrschen Wellenschnitt als unphysiologisch und empfahl quere oder leicht schräge Durchtrennung des Rectus; Heusner schloß sich ihm an mit seinen körperqueren Schnitten in der Oberbauchgegend. In neuester Zeit wird wieder von Inglessis und Kirschner, weiter von Boykin und von Lexer auf die Bedeutung der Schonung der motorischen Nerven des Rectus hingewiesen.

Kausch führt 1920 aus, daß man aus der Literatur schließen könne, daß die Mehrzahl der Chirurgen die unphysiologischen

Schnitte verlassen habe. „Ich habe," schreibt er, „allerdings den Eindruck, daß sie in Wirklichkeit doch noch häufig angewendet werden, sogar viel häufiger als die physiologischen," und führt diese Tatsache auf den Konservatismus der meisten Chirurgen zurück.

Indessen scheint die klinische Erfahrung diese Ansichten über die Wichtigkeit der Schonung der motorischen Nerven des Rectus nur in geringem Maße zu bestätigen. Die Furcht vor der postoperativen Bauchdeckenlähmung beruht jedenfalls nicht auf den Ergebnissen systematischer Nachuntersuchungen. In der Literatur sind Berichte über Rectuslähmungen nach Nervendurchtrennungen nur ganz vereinzelt aufzufinden. Selbst Kausch gibt einmal zu: „Es ist eigentlich zu verwundern, daß nicht häufiger, als es der Fall ist, Schädigungen durch Lähmung der Bauchmuskulatur beobachtet worden sind." Er beobachtete in 24jähriger Tätigkeit nur 6 schwere, öfters leichte Rectuslähmungen. Als Beispiel beschreibt er einen Patienten, bei dem ein 30 cm langer intrarektaler Längsschnitt, der als Kehrscher Wellenschnitt begann, eine Lähmung und Vorwölbung des gesamten medialen Rectusabschnittes vom Nabel bis zur Symphyse verursacht hatte. Ueber einen ähnlichen Fall wird auch von Drüner berichtet: Durch einen großen rechtsseitigen Pararektalschnitt, der sich zwei Finger breit oberhalb des Nabels bis Mitte Nabel — Symphyse erstreckte, war der Rectus zu einem papierdünnen Muskelband geworden; die entsprechende Bauchpartie wölbte sich beim Pressen und Aufrichten vor. Diese Beispiele sind um so eindrucksvoller, als sie operativ nur schwer zu bessern sind, immerhin scheinen sie jedoch so selten zu sein, daß der Behauptung Sprengels u. a., daß alle para- und intrarektalen Schnitte fast notwendig zu solchen irreparablen Bauchdeckenlähmungen führen müssen, nicht zugestimmt werden kann. Kehr sah bei seinem Wellenschnitt einige Male Atrophie des Rectus, so daß er später die Nerven durch Freipräparierung zu schonen suchte; er ist jedoch der Ansicht, daß, selbst wenn Atrophie eines Teiles der Rectusfasern eintritt, deshalb doch keine Hernie zu entstehen braucht.

Wie schon erwähnt, liegen trotz der großen Bedeutung, die man theoretisch der Frage der postoperativen Rectuslähmungen beigemessen hat, nur ganz vereinzelt Berichte über diesbezügliche Nachuntersuchungen vor. Amberger fand in seiner Statistik über postoperative Bauchbrüche unter 180 Fällen neunmal schwache Stellen in der Muskulatur neben der Narbe, die er mit Nervendurchschneidung in Verbindung bringt, von diesen waren

6 nach Schnitt parallel dem Lig. Pouparti, 3 nach Schnitt in der Linea alba entstanden, diese letzteren also sicher nicht als Folge eines nach Kausch unphysiologischen Schnittes. Auch Friedemann, der die mit Schnitt im äußeren Drittel operierten Gallenblasenpatienten der Rostocker Klinik nachuntersuchte, stellte neben den häufigeren Narbenbrüchen unter 155 Fällen nur einmal eine kleine Hernie neben, zweimal unterhalb der Narbe fest. Noetzel berichtet über Nachuntersuchungen an Appendizitisoperierten, bei denen die Operationen etwa in den Jahren 1895 — 1901 mit den in dieser Zeit üblichen ziemlich langen, die Nerven nicht beachtenden Schnitten ausgeführt wurden. Er fand in keinem Falle eine Atrophie des Rectus und schließt daraus, daß für das (nach Strauss durch mehrere Aeste versorgte) caudalwärts gelegene Segment selbst die Durchschneidung von mehreren Aesten ohne Schaden für den Muskel ist, daß erst ganz ausgedehnte Durchschneidungen eine Lähmung hervorrufen würden.

Zu einem ebenfalls sehr günstigen Resultat kam Salgendorff, der 142 Patienten der Bonner Klinik, bei denen eine Gallenblasenoperation mit Längs-Intrarektalschnitt ausgeführt worden war, nachuntersuchte. In keinem Falle war eine Vorwölbung der medialen Rectushälfte entstanden; der gesamte Rectus spannte sich beim Aufrichten gleichmäßig an. Der Schnitt war in der Regel 12—15 cm lang, mußte also mehrere Nervenäste durchtrennt haben.

Die Ergebnisse dieser Nachuntersuchungen stehen im Gegensatz zu der weit verbreiteten Anschauung, daß ein nervendurchtrennender Laparatomieschnitt notwendig eine Bauchdeckenlähmung nach sich ziehen muß. Indessen sagen sie, wie Nussbaum betonte, nichts sicheres über das eigentliche Schicksal des Musculus rectus. Beruht das spätere Fehlen einer klinisch nachweisbaren Rectusinsuffizienz auf einer Regeneration der anfänglich gelähmten Muskelabschnitte, oder genügt das an die Stelle des Muskels getretene Bindegewebe gemeinsam mit den Aponeurosen der Rectusscheide, um die Festigkeit der Bauchdecken zu erhalten?

Nach Durchschneidung eines motorischen Nerven verfällt der zugehörige Muskel stets zunächst einer atrophischen Lähmung. Das periphere Nervenstück samt seinen Endplatten im Muskel degeneriert im Laufe weniger Tage, der Muskel wird blaß und schlaff. Man rechnet die Muskelatrophie nach Unterbrechung der peripheren Nervenleitung gewöhnlich zur einfachen Atrophie, die mikroskopisch in der Hauptsache ein Schwinden der kontraktilen Substanz bei Erhaltung der Querstreifung zeigt, unter gleichzeitiger Wuche-

rung der Kerne des Sarkolemms, die sich in den leerwerdenden Scheiden in Reihen anordnen. Weiter nimmt das interstitielle Bindegewebe zu, das in späteren Stadien die abnehmende Muskelsubstanz immer mehr ersetzt. Nach Küttner können nun einzelne Muskelfasern im Laufe dieses Prozesses hypertrophieren, so daß der Querschnitt verschiedene Faserdicke zeigen kann. Diese Erfahrungen wurden in der Hauptsache im Tierexperiment gewonnen. Für den Menschen rechnet Lexer auf Grund eigener Untersuchungen die Atrophie eines Muskels nach Durchtrennung des peripheren Nerven ausdrücklich zur degenerativen Atrophie mit scholligem Zerfall des Sarkoplasmas, Schwund der Querstreifung und dementsprechend mit rascherem Verlust der Regenerationsfähigkeit. Nach Strümpell tritt diese fettige und körnige Degeneration erst in ganz späten Stadien der Lähmung auf. Koch fand bei lange bestehender spinaler Lähmung ebenfalls fleckweise fettige Degeneration mit Verlust der Querstreifung.

Ueber das mikroskopische Bild des Musculus rectus beim Menschen speziell nach Trennung von seinen peripheren Nerven liegen naturgemäß nur ganz vereinzelte Berichte vor. Assmy untersuchte den Rectus einer Patientin, der 14 Monate nach einem transrektalen Längsschnitt rechts und links der Narbe atrophisch geworden war, und fand, daß medial von der Narbe nur Bindegewebe vorhanden war, während lateral einzelne Muskelfasern und -bündel inmitten von teils parallel gefasertem, teils regellos angeordnetem Bindegewebe lagen. In neuerer Zeit berichtet Lexer über einen Musculus rectus, den er zwei Jahre nach einer Laparatomie mit intrarektalem Längsschnitt, der primär geheilt war, untersuchte. Medial der Narbe war der Muskel atrophisch, heller und blasser als normal. Mikroskopisch ergab sich ein Fehlen der Querstreifung, Atrophie der Fasern und schollige Degeneration. Ueber einen weiteren Fall berichtet Nussbaum. Vier Monate nach einer Probelaparatomie mit intrarektalem Längsschnitt war der Muskel medial von der Narbe in derbes Bindegewebe umgewandelt, in dem sich nur noch einige Schollen zeigten, die sich mit v. Gieson gelb färbten und folglich als Reste der Muskelsubstanz gedeutet wurden.

Diese Befunde weisen darauf hin, daß beim Menschen der Musculus rectus nach Nervendurchschneidung einer degenerativen Atrophie verfällt und sich in Bindegewebe umwandelt, was nach dem Beispiel von Nussbaum schon verhältnismäßig früh geschehen kann. Immerhin sind die bis jetzt vorliegenden mikrosko-

pischen Befunde wohl zu spärlich, als daß man daraus ableiten könnte, daß diese Umwandlung in Bindegewebe die Regel bildet. Es muß vielmehr, wie Nussbaum mit Bezug auf Beobachtungen von Erlacher, Heineke u. a. annahm, mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß der Muskel auf irgendeine Weise wieder Anschluß an die motorische Nervenleitung erhalten und im Anschluß daran eine Regeneration des Muskelgewebes erfolgen kann.

Theoretisch kommen für den nervösen Neuanschluß eines Muskels verschiedene Möglichkeiten in Betracht.

Zunächst ist bei Durchschneidung eines Nerven nach anfänglicher Degeneration des peripheren Stückes die Vereinigung der beiden durchschnittenen Enden mit Auswachsen des zentralen Achsenzylinders in die alte Bahn möglich. Dieser Vorgang ist abhängig von der Lage der Nervenenden zueinander, von der Größe des Abstandes und von der seitlichen Verschiebung. Aus Tierversuchen (Bethe, Erlacher) ist bekannt, daß auch bei einem Abstand von 3 — 4 cm das periphere Ende von den auswachsenden Nervenfädchen noch erreicht werden kann. Sobald einige der in großer Anzahl zunächst nach allen Richtungen aus dem zentralen Stumpf auswachsenden Fasern die alte Bahn treffen, erfolgt eine rasche Regeneration der gesamten Nervenleitung. Die Beschaffenheit der zu überwindenden Narbe spielt bei diesem Prozeß eine große Rolle. Besonders bei infizierten Wunden mit reichlichem Granulations- und Narbengewebe stoßen die feinen Fädchen auf unüberwindliche Hindernisse. Auch wenn die periphere Bahn erreicht wird, kann eine Regeneration nur erfolgen, wenn sie nicht narbig verschlossen oder völlig bindegewebig verändert ist. Die bei Kontinuitätstrennung der peripheren Nerven ausgeführte Nervennaht bezweckt nur eine Vereinfachung der Regeneration durch Beschränkung der Hindernisse für die auswachsenden Fasern auf ein Minimum; spontane Wiederherstellung einer durchtrennten Nervenleitung ist sowohl im Tierversuch als auch beim Menschen vielfach beobachtet worden. So sah z. B. Perthes in 17 Fällen bei vollständiger Durchtrennung des Nerven infolge Schußverletzung die Funktion der gelähmten Muskeln in verschiedenen Zeitabständen ganz oder teilweise wiederhergestellt. Die Verhältnisse liegen um so günstiger, je weiter peripher die Durchtrennung erfolgte. Die Zeit bis zur schließlichen Wiederherstellung des Muskels ist je nach der Höhe der Durchtrennung und den zu überwindenden Widerständen verschieden, sie schwankt zwischen einigen Wochen und mehreren Jahren. Nach den Erfahrungen bei der se-

kundären Nervennaht, die noch Jahre nach der Verletzung von Erfolg sein kann (Tillaux nähte nach 14 Jahren erfolgreich den Medianus), scheint die Regenerationsfähigkeit der quergestreiften Muskulatur sich in manchen Fällen beinahe unbegrenzt lange zu erhalten; mit Bestimmtheit kann man wohl sagen, daß zwei Jahre nach der Lähmung ein Muskel noch erholungsfähig ist.

Außer der Möglichkeit des spontanen Auswachsens des Nerven in der peripheren Bahn kommt auch der Neuanschluß eines Muskels durch Operation auf dem Wege der „direkten Neurotisierung" in Frage. Erlacher versteht darunter alle Maßnahmen, bei denen unmittelbar am oder im Muskel selbst der Versuch des Neuanschlusses gemacht wird.

Ein durchschnittener Nerv kann, wie experimentell und auch klinisch nachgewiesen ist, direkt ohne Vermittlung der degenerierten peripheren Bahn mit seinem ursprünglichen oder auch einem anderen Muskel in Verbindung treten und ihn wieder neurotisieren. Die Einpflanzung eines Nervenstumpfes in einen gelähmten Muskel wird von verschiedenen Chirurgen mit wechselndem Erfolg ausgeführt; besonders Foerster hatte mit dieser Methode bei Lähmungen an den Extremitäten in einer Reihe von Fällen ausgezeichnete Erfolge. Nach Haberlandt, der bei Facialislähmungen den Nervus hypoglossus in die Gesichtsmuskulatur einpflanzte, hat die Nervenfaser sogar die Kraft, sich ihren Weg zu dem gelähmten Muskel selbst zu bahnen, weil bei dem gelähmten Muskel das Verlangen nach einem nervösen Neuanschluß in erhöhtem Maße vorhanden ist. Es kommt vor, daß bei der Ueberproduktion von Nervenfasern im zentralen Stumpf auch Fasern in einen normal innervierten Muskel eindringen und ihn hyperneurotisieren (Perthes, Erlacher, Moszkowicz u. a.).

Die sogenannte muskuläre Neurotisation beruht auf einem ähnlichen Vorgang, wie er bei der Einpflanzung des Nerven in den Muskel geschieht. Aus einem gesunden, mit dem gelähmten in Verbindung gelangenden Muskel aus erfolgt eine Neurotisation, indem die durchschnittenen feinen intramuskulären Nervenbahnen des gesunden Muskels langsam in den gelähmten eindringen und Endplatten bilden. Man nimmt an, daß die Neurotisation um so schneller erfolgt, je mehr Nervenbahnen im gesunden Muskel eröffnet sind. Erlacher fand bei Versuchen am Meerschweinchen, daß bei Längsspaltung eines Muskels nach anfänglicher Degeneration im abgetrennten Teil die motorischen Nerven schon nach 16 Tagen regeneriert waren, nach 6 Wochen war das Muskel-

gewebe anatomisch und funktionell vollständig wiederhergestellt. Heineke schloß aus entsprechenden erfolgreichen Tierversuchen wie auch einer Reihe Operationen beim Menschen, daß bei breiter Verbindung des gelähmten und des gesunden Muskels das Ueberwachsen der Nerven mit derselben Sicherheit erfolgt wie bei der Einpflanzung des Nerven in den Muskel. Er macht diese Art der Neurotisation dafür verantwortlich, daß bei Längsspaltung von Muskeln so selten funktionelle Störungen eintreten. Auf einem entgegengesetzten Standpunkt steht Lexer; er fand beim Kaninchen nach Längsabspaltung einer Muskelplatte eine nur langsame Regeneration der intramuskulären Nervenfasern und des Muskels, die bis zum 127. Tag noch nicht bis zur elektrischen Erregbarkeit gediehen war. Ganz besonders nimmt er für den Menschen an, daß die quergestreifte Muskulatur, mit Ausnahme der Gesichtsmuskulatur, bei der nach Facialislähmung die muskuläre Neurotisation verschiedentlich mit Erfolg ausgeführt wurde, schon früh in hohem Maße degeneriert. Da die muskuläre Neurotisation seiner Meinung nach nur sehr langsam fortschreitet, glaubt er, daß die auswachsenden Nervenfasern schon Veränderungen im Muskel vorfinden, die nicht mehr reversibel sind. Die erwähnten Erfolge der sekundären Nervennaht, bei der sich Muskeln noch nach zwei Jahren und mehr als erholungsfähig bewiesen, lassen allerdings darauf schließen, daß ein Nichtgelingen oder eine starke Verzögerung der muskulären Neurotisation nicht auf einer verminderten Regenerationsfähigkeit beruht. Die von manchen Zufälligkeiten abhängige Beschaffenheit der zu überwindenden Narbe wird auch hier eine große Rolle spielen.

Diese Möglichkeiten für den Wiederanschluß eines Muskels an eine motorische Leitung müssen nun für die besonderen Verhältnisse des Musculus rectus abdominis erörtert werden. Einige anatomische Bemerkungen über die Nervenversorgung des Muskels beim Menschen sowie beim Kaninchen und Hund, die in der Hauptsache als Versuchstiere gedient haben, schicke ich voraus (nach Strauss). Beim Kaninchen wird der Musculus rectus durch 7 bis 8 Inscriptiones tendineae in Segmente zerlegt, deren jedes von einem Nerven versorgt wird. Die Nerven treten am lateralen Rande des Muskels ein, kreuzen zunächst das nächstobere Segment, wo sie feine Aestchen abgeben, und verzweigen sich dann in ihrem Segment. Hier und da läßt sich eine feine Anastomose über eine Inscriptio hinweg beobachten. Die lateralen Randpartien der Segmente werden oft durch accessorische Aeste von den

lateralen Bauchmuskeln her versorgt. Im allgemeinen deutet die Innervation des Kaninchenrectus noch auf die ursprüngliche Metamerie hin.

Diese ist beim Hunderectus bedeutend weniger ausgeprägt. Die Anzahl der Inscriptionen wechselt, meist sind fünf vorhanden. Mehrere Segmente, nach Strauss wenigstens zwei, werden von je zwei Nerven versorgt. Dabei sind, wie Nussbaum durch faradische Reizung feststellte, entweder innerhalb des gleichen Muskelbauches die Innervationsgebiete der beiden Nerven voneinander getrennt, oder sie überlagern sich derart, daß von jedem Nerven aus eine gleichstarke Zuckung des gesamten Muskelbauches erfolgt. Einzelne Nerven überschreiten auch die Inscriptionen und versorgen noch einen Teil des Nachbarsegmentes. Anatomisch lassen sich über die Inscriptionen nur kleinere Aeste verfolgen. Innerhalb des gleichen Segmentes sind besonders in den caudalwärts liegenden Segmenten reichlich Anastomosen zwischen Nerven des gleichen Muskelbauches vorhanden. Die Eintrittspunkte der Nerven in den Muskel liegen an seiner dorsalen Fläche in verschiedener Entfernung vom lateralen Muskelrand.

Der menschliche Rectus hat gewöhnlich drei Inscriptionen, also vier Muskelbäuche; die ausschließliche Zugehörigkeit eines Nerven zu einem Segment ist nur ausnahmsweise vorhanden. Die Nerven (Th. VI oder VII bis Th. XII oder LI) teilen sich in ihrem Verlauf durch die Bauchwand vielfach und bilden zahlreiche Anastomosen, die als besondere Aeste zum Rectus ziehen, außerdem anastomosieren auch die Nerven innerhalb desselben Segments miteinander; in dem unterhalb des Nabels gelegenen so reichlich, daß man wie beim Hund von einer Plexusbildung sprechen kann. Die Nerven durchbohren nach ihrem Verlauf über die ventrale Seite des Musculus transversus abdominis hinweg das hintere Blatt der Rectusscheide und treten in den cranialen Segmenten etwa in der Mitte des Muskelbauches von dorsal in den Muskel ein, caudalwärts verschiebt sich die Eintrittsstelle bis zum lateralen Rande des Muskels.

Werden die Rectusnerven außerhalb der Rectusscheide im Bereich der schrägen Bauchmuskeln durchschnitten, wie es z. B. bei Pararektalschnitten in der Ober- und Unterbauchgegend geschieht, so ist zunächst die Anzahl der durchschnittenen Aeste von Bedeutung. Beim Kaninchen, wo jedes einzelne Segment fast ausschließlich auf den zu ihm gehörigen Nerven angewiesen ist, wird schon bei Durchtrennung eines Astes ein Segment der Atrophie

verfallen. Beim Hund dagegen und in noch höherem Maße beim Menschen, wo innerhalb des gleichen Muskelbauches vielfach noch ein zweiter Nervenast vorhanden ist, wird je nach der Ausbreitung des Innervationsgebietes dieses zweiten Nerven entweder überhaupt keine Atrophie eintreten, oder ein vorübergehend gelähmter Muskelabschnitt wird von den erhalten gebliebenen Nervenfasern des gleichen Bauches aus wieder neurotisiert werden. Es würde sich also im letzteren Falle um eine muskuläre Neurotisation handeln, bei der die wahrscheinlich auf dem Wege feinster Anastomosen in den gelähmten Teil hineinwachsenden Fasern um so sicherer eine Neurotisation zustandebringen, als ein narbiger Widerstand nicht zu überwinden ist. Beim Menschen liegen die Verhältnisse besonders günstig für das unterhalb des Nabels gelegene Segment, das von einer wechselnden Anzahl von Aesten, mindestens vier, versorgt wird, die im Muskel einen Plexus bilden. Der günstige Ausfall der Nachuntersuchungen Noetzels bestätigt diese Annahme

Geht der Schnitt als Längsintrarektalschnitt durch den Muskel selbst, so kann entweder der ganze Muskel außer Funktion gesetzt werden, dadurch, daß der vielfach noch eine Strecke an der dorsalen Seite des Muskels laufende ganze motorische Nerv durchtrennt wird, oder es kann, falls nur intramuskuläre Nervenfasern durchtrennt werden, nur der medial vom Schnitt liegende Abschnitt betroffen werden. Im ersteren Falle ist für den auswachsenden Nerven außer der Möglichkeit des Erreichens der peripheren Bahn auch Aussicht vorhanden, daß er direkt Anschluß an den gelähmten Muskel findet, ohne der alten Bahn zu bedürfen, daß also eine „direkte Neurotisation" stattfindet, was gemäß den anatomischen Verhältnissen beim Menschen und beim Hund vor allem für die kranialen Segmente in Frage kommt. Heineke hat diesen Vorgang zu beschleunigen gesucht, indem er bei Längsschnitten am äußeren Rande des Rectus die durchschnittenen Nerven in den Muskel hineinsteckte und dort festnähte, ohne indessen den Erfolg dieser Maßnahme kontrollieren zu können. Im anderen Falle liegt der gelähmte Muskel in nächster Nähe eines normal innervierten Abschnittes mit zahlreichen eröffneten Nervenbahnen; die auswachsenden Fasern haben sowohl die Aussicht, die alte Bahn wieder zu erreichen, als auch die Möglichkeit, auf neuen Wegen in den gelähmten Muskel einzudringen. Da die Durchschneidung ganz peripher erfolgt, so ist bei dieser Art von Durchtrennung schon an sich eine Regeneration des Muskels am ehesten zu er-

hoffen. Das Ergebnis der bekannten Versuche von Assmy, der beim Kaninchen nach Längsintrarektalschnitten den Rectus untersuchte, bestätigt diese Annahme allerdings nicht. Assmy fand in einer Zeit bis zu 4½ Monaten eine fortschreitende Atrophie des Muskels mit Bindegewebsvermehrung, keine Regeneration. Ganz anders fielen die Versuche A. Nussbaums beim Hund aus. Hier war, nach anfänglicher durch Nervenfärbung festgestellter Degeneration der Nerven, 33, 37, 44 und 92 Tage nach Längsschnitt durch den Rectus keine Atrophie des Muskels mehr festzustellen, es war überall vom Nerven oberhalb der Narbe aus eine Zuckung auszulösen, und zwar schien es, als ob die Nerven bei der Regeneration nicht die alten Schwannschen Scheiden benutzt hätten, sondern auf neuen Bahnen in den Muskel eingedrungen seien, da nach der Regeneration große Verschiedenheiten in der Zusammengehörigkeit von Nerv und Muskel zwischen rechts und links bestanden.

Wird ein ganzes Segment durch Durchschneidung seiner Nerven vor Eintritt in die Rectusscheide seiner gesamten Innervation beraubt, so hängt seine Wiederherstellung ausschließlich davon ab, ob der zentrale Achsenzylinder wieder Anschluß an die periphere Bahn erreicht, denn an eine Neurotisierung von einem Nachbarsegment aus ist bei der spärlichen Zahl von Anastomosen, die über die Inscriptionen hinweglaufen, kaum zu denken. Daß bei der Naht der schrägen Bauchmuskeln die beiden Nervenenden sehr nahe aneinander zu liegen kommen, ist zweifelhaft; es wird eine seitliche Verschiebung erfolgen, und außerdem wird ein mehr oder weniger großer Abstand bleiben, außerdem ist die Narbe zu überwinden Die Verhältnisse liegen also hier für die Regeneration der Nerven und des Muskels bedeutend ungünstiger als beim Durchtrennen im Muskel selbst. A. Nussbaum durchschnitt beim Kaninchen die Rectusnerven im Bereich der schrägen Bauchmuskeln. Er stellte mit Hilfe seiner Färbmethode fest, daß die Nerven sich nach 81 Tagen mit Ueberwindung der Narbe regeneriert hatten, und daß die schrägen Bauchmuskeln, die medial der Narbe ebenfalls atrophisch geworden waren, wieder neurotisiert wurden, während der Musculus rectus in seiner Atrophie verblieb und seine elektrische Erregbarkeit nicht wiedergewonnen hatte.

Diese Versuche deuten darauf hin, daß, wie auch nach den Assmyschen Experimenten allgemein angenommen wurde, der Kaninchenrectus einer bleibenden Atrophie verfällt, ganz gleich, wo und in welcher Höhe die Nervendurchschneidung erfolgt. Dieses

Ergebnis ist auffallend im Vergleich mit den Befunden beim Hund, wo eine vollständige Regeneration mit Sicherheit festzustellen ist. Eine genaue mikroskopische Untersuchung der Muskelsubstanz des Kaninchenrectus in verschiedenen Stadien der Atrophie nach Nervendurchschneidung erschien daher angezeigt.

Ich untersuchte die Musculi recti von Kaninchen, die 22, 43, 96 und 180 Tage nach der Operation (Laparatomieschnitt im Bereich der schrägen Bauchmuskeln) getötet wurden. Herr Professor Nussbaum war so freundlich, mir die Präparate zur Verfügung zu stellen. Es handelte sich um Längs- und Querschnitte, die sämtlich nach v. Gieson gefärbt waren; die Längsschnitte umfaßten normalen Muskel, die anschließende Inscription und entnervte Muskelsubstanz.

22 Tage nach der Nervendurchschneidung ist die kontraktile Substanz des betroffenen Segmentes auf weniger als die Hälfte reduziert. Die Reduktion ist bedingt durch dichtes Aneinanderrücken der Fasern und besonders durch Verschmälerung der Muskelfasern. Die Querstreifung ist überall deutlich erhalten, jedoch sind die schmäleren Fasern etwas mehr bläulich gefärbt als die bei der v. Gieson-Färbung gelbbraun aussehenden normalen Muskelfasern. Von der Atrophie sind nicht alle Fasern gleichmäßig betroffen. Die Muskelkerne sind vermehrt; sie sind größer, rundlicher und blasser als im normalen Muskel.

43 Tage nach der Operation ist die Volumverminderung der gelähmten Segmente noch weiter fortgeschritten. Die einzelnen Fasern verhalten sich in Bezug auf Volumen, Färbbarkeit und Kernzahl sehr verschieden. Man sieht neben ganz normal aussehenden stark atrophische, auch einige hypertrophische Fasern; die Querstreifung ist jedoch auch bei stärkster Volumverminderung deutlich erhalten. Die Kerne im interfibrillären Gewebe sind stellenweise vermehrt, die Muskelkerne erscheinen mehr spindelig und chromatinreicher als in den vorhergehenden Präparaten, sie fangen hier und da an, sich in den fast leeren Sarkolemmschläuchen in Reihen anzuordnen.

Nach 96 Tagen erhält man ein ziemlich vielgestaltiges Bild. Es zeigen sich einzelne Muskelfasern von normalem, teilweise etwas vermehrten Volumen, normal gelb gefärbt, ohne Kernvermehrung. Daneben finden sich sehr dünne Fasern mit deutlicher Querstreifung, die sich rötlich färben. Außerdem sieht man Sarkolemmschläuche mit zahlreichen, dicht aneinander liegenden Kernen von wechselnder Gestalt und teilweise sehr starkem Chromatin-

gehalt. Dazwischen liegt parallel gerichtetes Bindegewebe mit leicht gewellten Fibrillen in wechselnder Menge.

Das letzte Präparat, ein Kaninchenrectus 180 Tage nach Nervendurchschneidung, gibt das Bild eines fast völlig normalen Muskels von gleichem Volumen wie die übrigen Rectussegmente. Die Muskelfasern sind gleich dick und unterscheiden sich vielleicht nur durch eine geringe Kernvermehrung von der gesunden Muskelsubstanz.

Aus diesen Befunden geht hervor, daß der Kaninchenrectus wieder Anschluß an seine ursprüngliche Nervenleitung gefunden hat, da, wie schon erwähnt, eine Neurotisierung des gelähmten Segmentes bei Durchschneidung außerhalb der Rectusscheide nur auf diesem Wege zu erwarten ist. Das vielgestaltige Bild, das sich in den 43 und 96 Tage nach der Durchschneidung untersuchten Recti zeigt, ist wohl als ein Nebeneinander von Atrophie und Regeneration zu deuten. Einzelne regenerierte Muskelfasern in der Nähe der an ein normales Segment grenzenden Inscriptionen mögen auch auf eine Neurotisierung durch feine, die Inscriptionen überschreitende Anastomosen zurückzuführen sein.

Der Rectus des Kaninchens wird mithin nach genügend langer Zeit wieder neurotisiert. Da der Schnitt durch die schräge Bauchmuskulatur geführt wurde, war die Entfernung von der Stelle der Nervenverletzung bis zum gelähmten Muskel wesentlich größer als in den Hundeversuchen, bei denen der Schnitt durch den Rectus selbst gelegt wurde. Es ist daher verständlich, daß beim Kaninchen wegen der Lage des Schnittes erheblich längere Zeit bis zur Regeneration nötig war. Außerdem muß man annehmen, daß beim Kaninchen die Regeneration viel langsamer verläuft als beim Hund (vergl. Lexer). Daß bei den erwähnten Versuchen Nussbaums am Kaninchen nur die schrägen Bauchmuskeln wieder neurotisiert wurden und der Rectus noch nicht erreicht war, ist durch die zu kurze Versuchsdauer zu erklären (81 Tage). Es ist nun wichtig, daß auch in den weiter von der Verletzungsstelle entfernten Muskeln die Funktion wiederkehrt.

Leider sind mehrere der operierten Kaninchen vorzeitig eingegangen, so daß mir nur ein Spätstadium zur Verfügung stand. Eine Wiederholung der Versuche mit reichlicherem Material ist daher dringend erwünscht.

Wie weit und in welchen Zeiträumen der menschliche Rectus sich nach Nervendurchschneidung regeneriert, ist natürlich aus erfolgreichen Tierexperimenten nicht mit Sicherheit zu schließen. Im-

merhin ist es von Wichtigkeit, festzustellen, daß die Assmyschen Versuche, auf die man bei der Erörterung der nervendurchtrennenden Bauchschnitte immer wieder zurückgekommen ist, durch meine Ergebnisse am Kaninchenrectus als nicht allgemein maßgebend bezeichnet werden können. Ob beim Menschen, wie Lexer annimmt, die Bedingungen für die Regeneration von Nerven und Muskeln besonders ungünstige sind, müssen weitere Untersuchungen ergeben. Es kann jedoch nach den bisher bekannten Nachuntersuchungen bei Trans- und Pararektalschnitten zusammen mit den Ergebnissen der Tierexperimente darauf geschlossen werden, daß die Möglichkeit einer Regeneration des Musculus rectus besteht, und daß das Ausbleiben einer Hernienbildung in dem durch Nervendurchschneidung geschädigten Abschnitt in einer Reihe von Fällen auf eine Wiederherstellung des Muskelgewebes zu beziehen ist.

Herrn Professor Nussbaum sage ich für die Ueberlassung des Themas und seine freundliche Hilfe meinen verbindlichsten Dank.

Literatur.

Amberger: Ueber postoperative Bauchbrüche. Bruns Beiträge Bd. 48.

Assmy: Ueber den Einfluß der Durchtrennung motorischer Nerven auf die Narbenbildung bei extramedianen Bauchschnitten. Bruns Beiträge Bd. 23.

Boykin: Zentralblatt für Chirurgie 1928.

Drüner: Studien über die vorderen Bauchwandnerven und über die Bauchschnitte. Bruns Beiträge Bd. 124.

Erlacher: Ueber die motorischen Nervenendigungen. Zeitschrift für orthopädische Chirurgie, Bd. 34.

Erlacher: Direkte Neurotisation gelähmter Muskeln. Archiv für Orthopädie und Unfallchirurgie, Bd. 21.

Erlacher: Ueber die Grundlagen der Wiederherstellung der Nervenleitung. Archiv für Orthopädie und Unfallchirurgie, Bd. 23.

Friedemann: Beitrag zur Behandlung der Cholelithiasis und und Cholezystitis. Bruns Beiträge Bd. 65.

Heineke: Die Einpflanzung des Nerven in den Muskel. Archiv für klinische Chirurgie, Bd. 105.

Haberlandt: Die direkte Einpflanzung des N. hypoglossus in die Gesichtsmuskulatur bei Facialislähmung. Zentralblatt für Chirurgie, 1916, S. 75.

Kausch: Ueber physiologische Bauchschnitte. Archiv für klinische Chirurgie, Bd. 114.

Kehr: Ueber den Bauchdeckenschnitt usw. Archiv für klinische Chirurgie, Bd. 97.

Jos. Koch: Beiträge zur Sehnenplastik. Zeitschrift für orthopädische Chirurgie, Bd. 13.

Küttner-Landois: Die Chirurgie der quergestreiften Muskulatur.

Lexer: Muskelschnitt und muskuläre Neurotisation. Bruns Beiträge Bd. 141.

Noetzel: Die Behandlung der appendiz. Abszesse. Archiv für klinische Chirurgie, Bd. 46.

A. Nussbaum: Nervendurchtrennende Bauchschnitte. Bruns Beiträge Bd. 143.

Perthes: Münchener med. Wochenschrift 1919, Nr. 36.

Salgendorff: Narbenbrüche nach transrektalen Längsschnitten bei Gallenblasenoperationen. I.-D. Bonn 1927.

Sprengel: Kritische Betrachtungen über Bauchdeckennaht und Bauchschnitt. Archiv für Chirurgie, Bd. 92.

Sprengel: Appendizitis, Deutsche Chirurgie 1900.

Strauß: Der Rectus abdominis. Bruns Beiträge Bd. 141.

Strümpell: Spez. Pathologie und Therapie der inneren Krankheiten, 1927.

Lebenslauf.

Ich, Grete Kühn, wurde am 23. Juni 1902 als Tochter des Kaufmanns Fritz Kühn und seiner Ehefrau Paula geb. Moll zu Weidenau-Sieg geboren. Nach 4jährigem Volksschulbesuch trat ich in das Lyzeum zu Siegen ein und nach weiteren 7 Jahren in die Oberrealschule Weidenau-Sieg, wo ich Ostern 1922 die Reifeprüfung ablegte. Nach einjähriger kaufmännischer Tätigkeit begann ich mein medizinisches Studium Ostern 1923 an der Universität Marburg. Im Wintersemester 1923/24 setzte ich aus; im Sommer 1924 bezog ich alsdann die Universität Kiel, wo ich am 1. März 1926 die ärztliche Vorprüfung bestand. Die klinischen Semester verbrachte ich in Kiel und Bonn. Hier bestand ich im Winterhalbjahr 1928/29 die medizinische Staatsprüfung.